А. С. Кузнецов

# Простой осциллограф



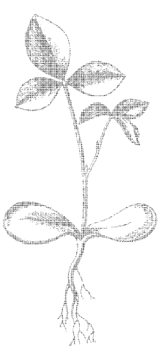

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

*Выпуск 641*

А. С. КУЗНЕЦОВ

# ПРОСТОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ







«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1968

УДК 621.317.75



**Кузнецов А. С.**

К-89 Простой осциллограф. М., «Энергия», 1968.

16 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. **641**)
30 000 экз. 04 к.

Подробно описаны конструкция самодельного лампового осциллографа и основные виды работ, проводимых с его помощью. Прибор сравнительно прост и может быть изготовлен радиолюбителями, имеющими некоторый опыт по монтажу и сборке радиоаппаратуры. Брошюра предназначена для широкого круга радиолюбителей.

**3-4-5**
**329-67** **6Ф2.08**

*Кузнецов Альфред Степанович*
ПРОСТОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

Редактор *Е. К. Сонин*
Техн. редактор *В. В. Зеркаленкова*
Корректор *А Д. Халанская*

---

Сдано в набор 19/XII 1966 г. Подписано к печати 23/V 1967 г.
Т-06943 Формат 84×108 1/32 Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 0,84 Уч.-изд. л. 0,98 Тираж 30 000 экз. Цена 04 коп.
Заказ 1626

---

Издательство «Энергия», Москва Ж-114, Шлюзовая наб, 10

---

Владимирская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Электроннолучевой осциллограф предназначен для визуального наблюдения или фотографирования электрических процессов. С его помощью могут быть измерены напряжения, ток, мощность, частота и другие электрические величины. Применение осциллографа облегчает проверку, регулировку и отыскание неисправностей в радиоаппаратуре.

Прибор имеет следующие технические данные:

чувствительность канала вертикального отклонения 26 *мм/в*;

неравномерность частотной характеристики в диапазоне 15 *гц* — 75 *кгц* не более 5 *дб*;

входное сопротивление в положении входного делителя 1 : 1 равно 220 *ком*, входная емкость 60 *пф*, входное сопротивление в положении входного делителя 1 : 10 равно 2,9 *Мом*, входная емкость 35 *пф*;

диапазон частот 15 *гц* — 75 *кгц*;

нелинейность развертки в диапазоне 15 *гц* — 1 *кгц* не превышает 5%, в диапазоне 1—75 *кгц* не превышает 10%;

напряжение внешнего синхронизирующего сигнала — от 5 до 30 *в*;

прибор позволяет измерять сигналы с амплитудой от 0,1 до 220 *в* с погрешностью не более 15%;

питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*;

габариты прибора 280×150×150 *мм*;

вес около 5 *кг*.

## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

В электроннолучевом осциллографе, схема которого приведена на рис. 1, используются всего две лампы Основными узлами прибора являются усилитель вертикального отклонения на лампе $Л_1$, генератор развертки на лампе $Л_2$ и выпрямитель. В приборе применена электроннолучевая трубка типа 5ЛО38И.

Исследуемый сигнал подается на гнезда *1* и *2* и через входной делитель напряжения поступает на управляющую сетку лампы $Л_1$ (6Ж5П). Делитель, образованный резисторами $R_1$, $R_2$ и компенсационными конденсаторами $C_2$, $C_3$, позволяет уменьшить уровень входного сигнала в 10 раз.

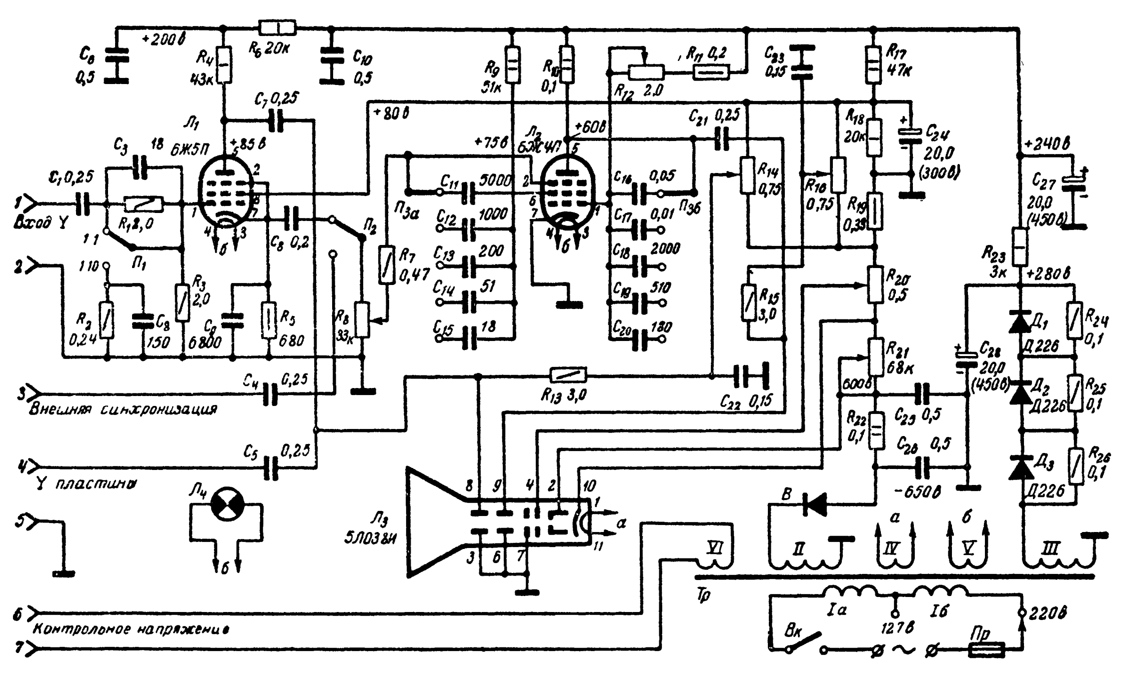



Рис. 1. Принципиальная схема осциллографа.

Через гнездо *4* и конденсатор $C_4$ исследуемый сигнал может быть подан на вертикально отклоняющую пластину электроннолучевой трубки (ЭЛТ).

Напряжение смещения на управляющую сетку лампы $Л_1$ подается с резистора $R_5$, включенного в цепь катода этой лампы. Емкость конденсатора $C_9$ взята сравнительно небольшой для выравнивания частотной характеристики усилителя в области высоких частот. Если осциллограф предназначен для использования только в области низких частот, то емкость конденсатора $C_9$ нужно увеличить до 5—10 *мкф*.

С резистора анодной нагрузки $R_4$ через разделительный конденсатор $C_7$ усиленный сигнал подается на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ.

В анодную цепь лампы $Л_1$ включен развязывающий фильтр $R_6C_6$.

Генератор развертки, дающий пилообразное напряжение, собран по транзитронной схеме на лампе $Л_2$ типа 6Ж4П (можно применить также лампу 6Ж10П или 6Ж32П). Такая схема позволяет получить большую амплитуду пилообразного напряжения при довольно хорошей линейности «пилы».

С помощью одноплатного переключателя $П_3$ можно скачками изменять частоту развертки. Емкость конденсаторов $C_{11}$—$C_{15}$ и $C_{16}$—$C_{20}$ подобрана так, чтобы обеспечить перекрытие диапазона частот от 15 *гц* до 75 *кгц*. Указанный диапазон генератора разбит на пять поддиапазонов: 15—110 *гц*, 95—670 *гц*, 600 *гц* — 4,5 *кгц*, 4—28 *кгц* и 20—75 *кгц*. Необходимо заметить, что на последнем поддиапазоне может быть большой обратный ход луча ЭЛТ. Уменьшить его можно тщательным подбором емкости конденсаторов $C_{15}$ и $C_{20}$.

Плавная регулировка частоты внутри каждого поддиапазона осуществляется изменением напряжения смещения на управляющей сетке лампы $Л_2$ потенциометром $R_{12}$. Резистор $R_{11}$ служит для ограничения пределов изменения частоты.

На горизонтально отклоняющие пластины электроннолучевой трубки с анода лампы $Л_2$ через разделительный конденсатор $C_{21}$ подается пилообразное напряжение. В данной схеме амплитуда пилообразного напряжения, определяющего развертку по горизонтали, не регулируется. Необходимая амплитуда устанавливается подбором сопротивления резистора $R_{10}$ в цепи анода лампы $Л_2$.

Напряжение, синхронизирующее частоту генератора развертки, снимается с потенциометра $R_8$, на который оно поступает либо с катода лампы $Л_1$, либо с гнезда *3* внешней синхронизации. Переключение осуществляется с помощью переключателя $П_2$.

Постоянное напряжение 280—300 *в* для питания ламп снимается с диодов $Д_1$—$Д_3$, шунтированных резисторами $R_{24}$—$R_{26}$, и сглаживается фильтром, состоящим из конденсаторов $C_{27}$, $C_{28}$ и резистора $R_{23}$.

Высоковольтное напряжение 600—650 *в* снимается с выпрямительного столбика *В* типа АВС-6-1000 (можно применить также столбики Д-1001 или Д-1002), сглаживается фильтром, состоящим из конденсаторов $C_{25}$, $C_{26}$ и резистора $R_{22}$, и подается через делитель напряжения на управляющий и фокусирующий электроды ЭЛТ. Яркость регулируется потенциометром $R_{21}$, а фокусировка — потенциометром $R_{20}$ Потенциометр $R_{14}$ служит для смещения луча по вертикали, а $R_{16}$ — по горизонтали. Назначение резистора $R_{13}$ состоит в том, чтобы устранить возможность замыкания исследуемого на-

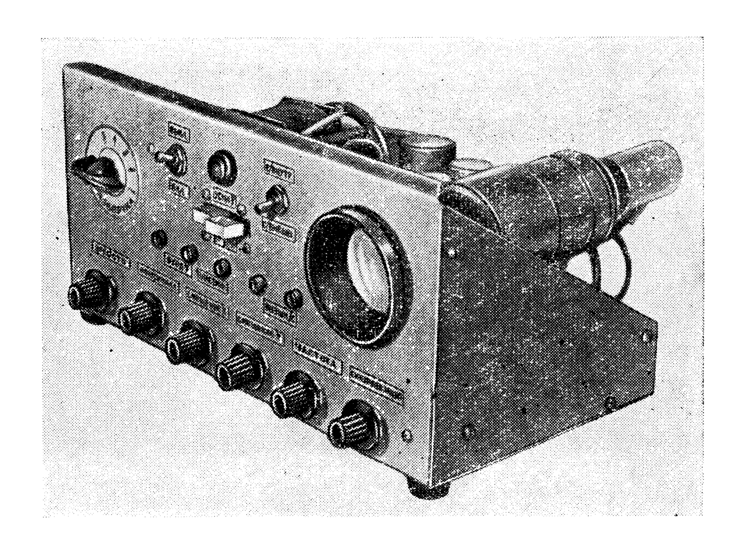


Рис. 2. Внешний вид осциллографа без кожуха.

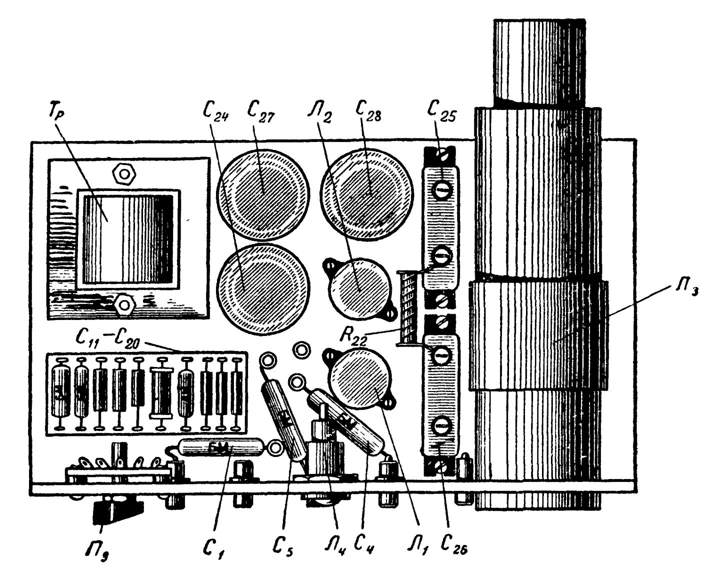



Рис. 3. Расположение деталей на шасси прибора (вид сверху).

пряжения на шасси через конденсатор $C_{22}$. Резистор $R_{15}$ не допускает замыкания на шасси напряжения развертки через конденсатор $C_{23}$.

Конденсаторы $C_{22}$ и $C_{23}$, емкость которых не критична (от 0,05 до 0,5 *мкф*), предназначены для дополнительной фильтрации напряжений, смещающих луч.

С гнезд *6* и *7* снимается контрольное напряжение, амплитуда которого равна 1,4 *в*.

## КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Корпус осциллографа выполнен в виде небольшой коробки прямоугольной формы. Все органы управления и контроля, выключатель питания, переключатели диапазонов, ручки регулировки яркости, фокусировки, частоты, синхронизации и смещения луча, а также входные гнезда, сигнальная лампочка и экран электроннолучевой трубки расположены на лицевой панели. Внешний вид осциллографа показан на рис. 2.

Вид на шасси сверху показан на рис. 3. На шасси расположена электроннолучевая трубка в экране, трансформатор питания, плата генератора развертки, лампы, конденсаторы фильтров выпрямителей.

Расположение деталей на нижней стороне шасси показано на рис. 4.

В осциллографе применены стандартные детали. В фильтре высоковольтного выпрямителя использованы конденсаторы ($C_{25}$ и $C_{26}$) типа МБГ-МП, рассчитанные на напряжение 1 000 *в*; они крепятся на шасси металлическими скобками. Конденсаторы $C_1$, $C_4$, $C_5$, $C_6$ и $C_{10}$ могут быть типа БМТ, КВГ-М или КБГ-И, а конденсаторы $C_{24}$, $C_{27}$ и $C_{28}$ — типа КЭ-2 (с гайкой). Желательно применять резисторы типа МЛТ или УЛМ с допуском ±10%. Все потенциометры типа СП-2.

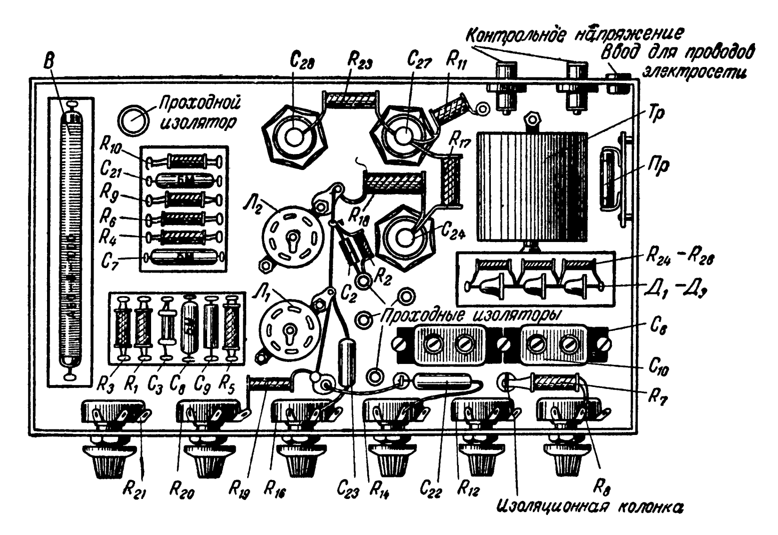



Рис. 4. Расположение деталей на шасси прибора (вид снизу).

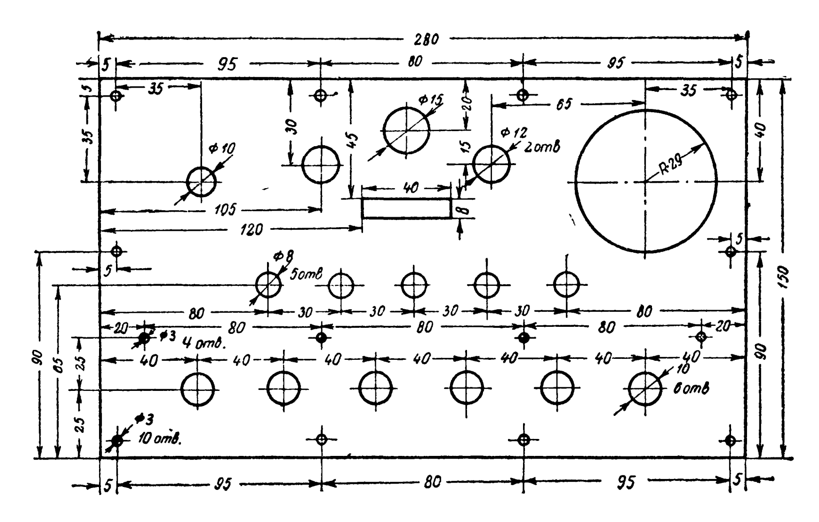



Рис. 5. Чертеж лицевой панели.

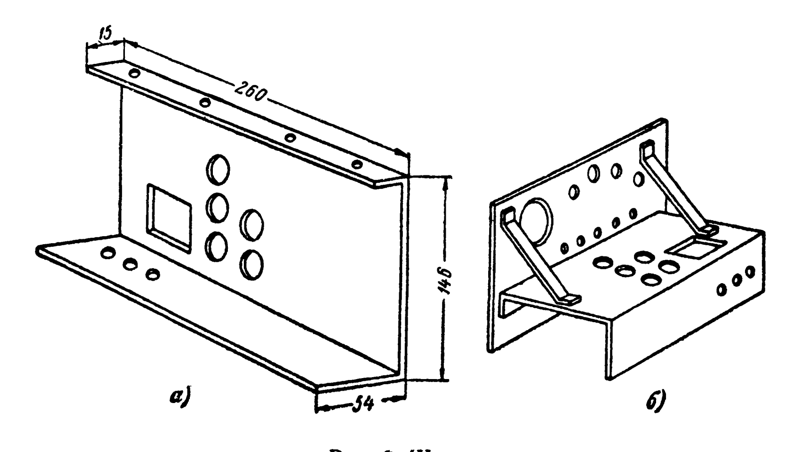



**Рис. 6. Шасси.**

При их выборе нужно следить за тем, чтобы изменение величины сопротивления происходило плавно, без скачков. Это особенно важно в потенциометрах регулировки частоты и синхронизации.

Ламповые панельки и переключатель диапазона развертки желательно использовать керамические, так как качество изоляции этих деталей сказывается на стабильности частоты генератора развертки, надежности работы прибора. В качестве переключателя синхронизации $П_2$ и выключателя питания используется обычный тумблер. Пе-

реключатель $П_1$ делителя входного напряжения удобно применить клавишного типа, использовав для этой цели переключатель «Речь—Музыка» от радиолы «Сакта».

Лицевую панель можно изготовить из листового алюминия, дюралюминия или листовой стали толщиной 2—2,5 *мм*. Чертеж лицевой панели показан на рис. 5. Панель нужно выполнить аккуратно, без глубоких рисок, царапин и вмятин, не надеясь на то, что эти дефекты будут устранены при окраске.

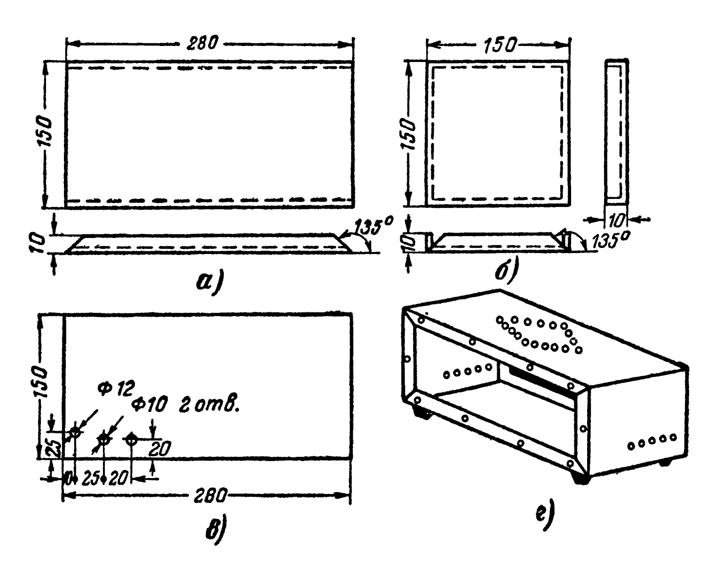



Рис. 7 Кожух.

*а* — верхняя и нижняя стенки; *б* — боковые стенки; *в* — задняя стенка; *г* — внешний вид.

Шасси и кожух изготавливают из более тонкого материала: стали толщиной 1—1,5 *мм* или алюминия толщиной 1,5—2 *мм*. Дюралюминий для шасси и футляра применять не следует. Основные размеры шасси приведены на рис. 6, *а*. Сначала удобнее согнуть бортики шасси, а потом просверлить все отверстия, так как с большими отверстиями шасси при сгибании будет коробиться. Шасси и лицевую панель соединяют винтами или заклепками (рис. 6, *б*).

Размеры и внешний вид кожуха приведены на рис. 7. Стенки кожуха соединяются заклепками. Изготовление лицевой панели и кожуха заканчивают окраской.

Шкалу генератора и надписи к ручкам управления можно изготовить на плотной чертежной бумаге.

Во избежание магнитных наводок на отклоняющие пластины электроннолучевой трубки последняя должна быть тщательно экранирована. Экран выполняют из стали (или, в крайнем случае, из жести, набранной в 5—6 слоев) так, чтобы толщина стенок экрана

Таблица 1

| Обозначение обмотки по схеме | Число витков | Провод ПЭВ или ПЭЛ |
|---|---|---|
| *Iа* | 384 | 0,18 |
| *Iб* | 515 | 0,18 |
| *II* | 2 700 | 0,08 |
| *III* | 1 300 | 0,1 |
| *IV* | 29 | 0,42 |
| *V* | 29 | 0,60 |
| *VI* | 4,5 | 0,20 |

была 2,5—3 *мм*. Кронштейн изготавливают из стали толщиной 2—2,5 *мм* или дюралюминия.

Трансформатор питания набирают из пластин Ш28×42. Обмотки трансформатора выполняют по данным, приведенным в табл. 1.

## МОНТАЖ

Монтаж осциллографа нужно выполнить аккуратно, так как от его качества зависит устойчивость работы прибора в целом.

Цепи генератора развертки монтируют короткими медными одножильными проводами диаметром 0,8—1 *мм*, что обеспечивает достаточную жесткость монтажа. Длинные участки, соединяющие переключатель диапазонов развертки с монтажной планкой конденсаторов $C_{11}$—$C_{20}$ и с лампой, необходимо выполнить изолированным проводом диаметром 1 *мм*. В местах прохода этих проводов через шасси желательно установить изоляционные втулки из органического стекла или полистирола.

Цепи питания электроннолучевой трубки и ламп необходимо тщательно изолировать. Цепи накала ламп и трубки монтируют свитым в шнур гибким изолированным проводом.

Перед установкой в прибор все радиодетали необходимо проверить. Конденсаторы следует проверить на отсутствие пробоя и внутренних обрывов. Резисторы проверяют на соответствие их сопротивления номинальному значению.

Мелкие детали (конденсаторы и резисторы) можно закрепить непосредственно на лепестках ламповых панелек. Часть деталей монтируют на небольших монтажых колодочках, что повышает жесткость монтажа.

Выводы деталей, которые должны быть соединены с шасси, припаивают к лепесткам, закрепленным на шасси винтами. Между лепестками можно проложить общую заземляющую шину, выполнив ее из луженого медного провода диаметром 1—1,5 *мм*.

## НАЛАЖИВАНИЕ

Перед тем как включить осциллограф в электросеть, нужно проверить его монтаж по принципиальной схеме. С помощью омметра по карте сопротивлений, приведенной на рис. 8, проверяют основные цепи прибора, и если при этом окажется, что сопротивления проверяемых цепей отличаются от указанных в карте более чем на 15%, то следует тщательно проверить монтаж по принципиальной схеме.

Устранив неисправность, прибор включают в электросеть и проверяют напряжения на электродах ламп. При этом необходимо проследить, чтобы яркость пятна или линии развертки на экране трубки была минимальной. Напряжения следует измерять вольтметром с входным сопротивлением не менее 5 000 *ом/в* (при измерении постоянных напряжений). В случае использования вольтметра с меньшим входным сопротивлением измеряемые напряжения могут значительно отличаться от указанных на рис. 8. Если значения сопротив-

лений проверяемых цепей не выходят за пределы ±10%, то и режим ламп практически не отличается от указанного на принципиальной схеме. Значительное отклонение напряжений свидетельствует о плохом качестве какой-нибудь лампы

Нужно иметь в виду, что при проверке напряжений в схеме осциллографа необходимо всегда соблюдать правила техники безопасности, особенно при измерении высоковольтных напряжений на электродах электроннолучевой трубки. При таких измерениях один щуп вольтметра закрепляют постоянно на корпусе прибора и измерения проводят правой рукой, в которой держат второй щуп, избегая при этом левой рукой касаться корпуса осциллографа.

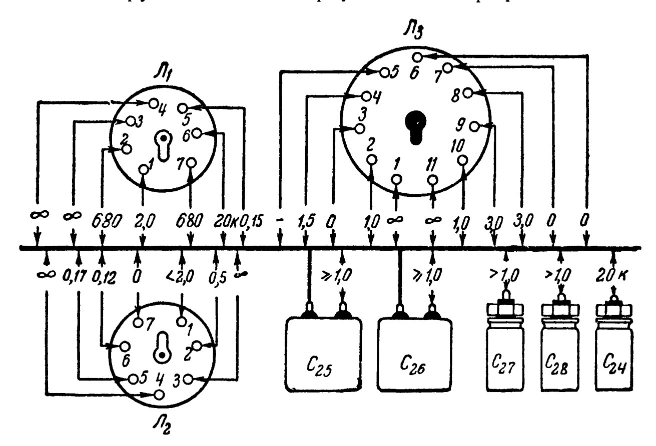



Рис. 8. Карта сопротивлений осциллографа.

Измерив напряжения на электродах ламп и добившись соответствия этих напряжений с указанными на рис. 8, увеличивают яркость и одновременно регулируют фокусировку. Следует добиться получения на экране четкой линии толщиной примерно 0,6—1 *мм*. Отсутствие ее может объясняться недостаточной яркостью луча или слишком большим отклонением его за пределы экрана. В последнем случае, чтобы увидеть луч, нужно поворачивать ручки «Смещение Y» и «Смещение X» до отказа вправо и влево, пока развертка луча не появится на экране. Большая ширина линии развертки свидетельствует о наводках на электроннолучевую трубку.

Чтобы выявить характер наводок, необходимо линию превратить в точку, для чего вынимают лампы $Л_1$ и $Л_2$. Если при фокусировке луча теперь на экране осциллографа вместо круглой точки получится квадрат или прямоугольник, то это говорит о плохой фильтрации напряжения питания. Если точка вытянута по вертикали, то это является признаком влияния магнитных наводок на трубку. Источником магнитных наводок чаще всего бывает трансформатор питания. Изменяя его положение относительно трубки, можно значительно ослабить указанные наводки.

Избавившись от наводок, следует вставить лампы на свои места и получить линию развертки. Переключая поддиапазоны развертки,

проверяют равенство длины развертки в поддиапазонах. Если на каком-либо диапазоне генератор не работает (вместо линии получается точка), то следует проверить соответствующие конденсаторы ($C_{11}$—$C_{20}$). Емкости конденсаторов $C_{11}$—$C_{15}$ должны быть примерно в 10 раз меньше емкостей конденсаторов $C_{16}$—$C_{20}$. Неправильное соотношение указанных емкостей ухудшает форму пилообразного напряжения и увеличивает время обратного хода.

В том случае, когда амплитуда пилообразного напряжения получается недостаточной (линия развертки не растягивается на весь экран), следует увеличить сопротивление резистора $R_{10}$ до 0,12 *Мом*. Если же амплитуда пилообразного напряжения велика, то нужно уменьшить сопротивление резистора $R_{10}$.

Определение чувствительности осциллографа производят при отключенной развертке (лампа $Л_2$ вынута) с помощью синусоидального напряжения амплитудой 1,4 *в*, снимаемого с зажимов *6* и *7*. Это напряжение контролируют вольтметром класса 0,5—1,0. Размерность чувствительности — *мм/в*.

Если при подаче, например, синусоидального напряжения с двойной амплитудой 2,8 *в* при положении входного делителя 1 : 1 длина вертикального штриха равна 70 *мм*, значит, чувствительность прибора в этом диапазоне равна 70/2,8=25 *мм/в*. Таким же образом определяется чувствительность осциллографа и при положении входного делителя 1 : 10, где она должна быть в 10 раз меньше В противном случае подбирают сопротивления резисторов $R_1$ и $R_2$.

Затем проверяют работу органов управления прибором. Регулировка «Яркость» должна увеличивать яркость до появления ореола или уменьшать ее до полного исчезновения изображения. Для каждой установки яркости существует своя оптимальная фокусировка.

При повороте ручки «Фокусировка» вправо пятно должно увеличиваться в диаметре, сохраняя резко очерченные края, а при повороте влево очертания пятна должны расплываться.

При повороте ручки «Смещение Y» луч должен смещаться вертикально вверх и вниз на 15—18 *мм* от среднего положения, а при повороте ручки «Смещение X» он должен смещаться настолько же в горизонтальном направлении вправо и влево.

Ручки «Развертка» и «Частота» управляют частотой развертки, которая выбирается в зависимости от частоты исследуемого сигнала.

Переключатель «Синхронизация» имеет два положения: «Внутренняя» и «Внешняя». При внутренней синхронизации генератор развертки синхронизируется входным сигналом. При внешней синхронизации используется внешний источник синхронизирующего сигнала (генератор). Если изображение перемещается по экрану, то поворотом ручки «Частота» его останавливают. Обычно для нормальной работы изображение сначала останавливают, насколько возможно, ручкой «Частота», а затем увеличивают амплитуду синхронизации до полной остановки изображения. Необходимо учесть, что чрезмерная амплитуда напряжения синхронизации может вызвать искажения изображения наблюдаемого сигнала.

## РАБОТА С ОСЦИЛЛОГРАФОМ

Перед тем как приступить к работе с прибором, необходимо определить его входное сопротивление и входную емкость. Чем выше активное сопротивление и меньше входная емкость осциллографа,

тем меньше вносимые им в исследуемую схему изменения, приводящие к изменению формы и амплитуды исследуемого сигнала.

Определить входное сопротивление прибора можно следующим способом. Между источником синусоидального напряжения частотой 50 *гц* (можно взять с гнезд «Контрольное напряжение») и гнездами «Вход Y» осциллографа включают переменный резистор сопротивлением в несколько мегом (можно использовать потенциометр сопротивлением 2 *Мом* и резистор сопротивлением 1,5—2 *Мом*, соединенные последовательно). Вначале подают сигнал без ограничивающего резистора и измеряют вертикальный размер изображения. Затем включают переменный резистор и изменяют его сопротивление до тех пор, пока вертикальный размер изображения не уменьшится вдвое по сравнению с первоначальным. После этого переменный резистор отсоединяют от цепи и омметром измеряют его сопротивление. Входное сопротивление осциллографа равно измеренному сопротивлению резистора.

Для измерения входной емкости с генератора низкой частоты через подстроечный конденсатор емкостью 100 *пф* на гнезда «Вход Y» осциллографа подают напряжение частотой 100—200 *гц*. Вначале измеряют вертикальный размер изображения при замкнутом накоротко перемычкой подстроечном конденсаторе. Затем перемычку удаляют и изменением емкости подстроечного конденсатора добиваются получения на экране половины первоначального размера изображения по вертикали. Входная емкость осциллографа равна измеренной емкости подстроечного конденсатора.

Для уменьшения наводок соединять осциллограф с источниками исследуемых сигналов надо по возможности короткими проводами или специальным экранированным кабелем. Следует иметь в виду, что при подаче на входную лампу сигнала большой амплитуды возможна перегрузка усилителя, приводящая к нелинейным искажениям сигнала. Если амплитуда сигнала превышает несколько вольт, то он может быть подан непосредственно на отклоняющие пластины трубки.

С помощью осциллографа определяют как величину, так и форму исследуемого сигнала. Это позволяет легко установить характер искажения сигнала, проверить его прохождение по цепям исследуемого прибора, чтобы найти место повреждения. Величина напряжения, поданного на гнезда «Вход Y» осциллографа или непосредственно на отклоняющие пластины, в общем случае равна частному от деления величины смещения пятна на чувствительность осциллографа или трубки.

Электроннолучевой осциллограф можно использовать в качестве нуль-индикатора, так как мосты для измерения величин $R$, $C$ и $L$ работают обычно на переменном токе, и баланс их определяется по минимальному значению этого тока. Точка баланса называется нулевой точкой, а прибор для ее определения — нуль-индикатором. Индикаторами могут быть головные телефоны, неоновая лампа, стрелочный измерительный прибор, или осциллограф.

Для таких измерений гнезда «Вход Y» осциллографа соединяют с зажимами моста для работы на внешний индикатор. Частоту развертки устанавливают равной $^1/_5$—$^1/_{10}$ частоты источника переменного напряжения, на которой работает мост. К мосту подсоединяют исследуемый элемент и включают питание. Регулировкой усиления осциллографа устанавливают максимальный вертикальный размер

изображения и регулируют мост для получения баланса до наименьшего вертикального размера изображения на экране.

Для проверки низкочастотных схем с помощью осциллографа используют источники сигналов звуковой частоты с известными характеристиками — генераторы синусоидальных колебаний или генераторы прямоугольных сигналов.

Для общей оценки работы усилителя низкой частоты (УНЧ) его соединяют с генератором и осциллографом, как показано на рис. 9. Напряжение от генератора подается на вход УНЧ через резистор $R_1$. Для того чтобы генератор не перегружал входную лампу усили

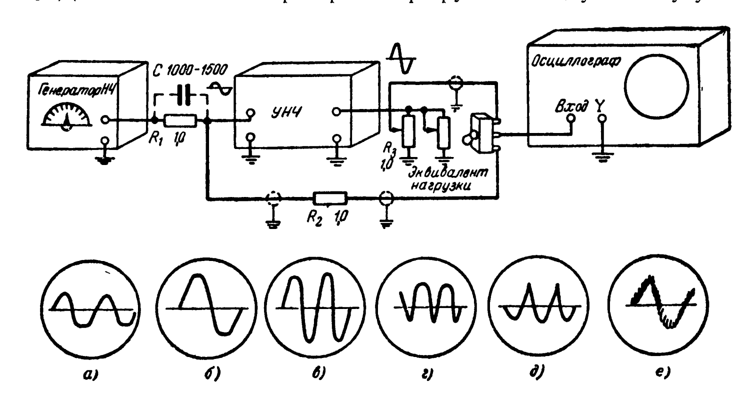



Рис. 9. Схема проверки усилителя низкой частоты с помощью осциллографа.

теля, амплитуда сигнала выбирается не более 1 *в*, если усилитель предназначен для работы со звукоснимателем, и 0,1 *в* для микрофонного усилителя. Резистор $R_1$ шунтируется конденсатором $C$ для того, чтобы входное напряжение усилителя низкой частоты не зависело от изменения частоты генератора. Переключатель позволяет сравнивать форму входного и выходного напряжений усилителя. Для удобства сравнения величина входного и выходного сигнала на экране осциллографа должна быть одинаковой. Величина сигнала со входа усилителя регулируется усилением осциллографа, а величина выходного сигнала усилителя на экране осциллографа подбирается потенциометром $R_3$.

Для определения нелинейных искажений применение осциллографа не всегда целесообразно, так как искажения синусоиды до 8—10% на глаз почти не заметны. Но если имеются значительные нарушения режима и искажения заметны, то по форме искаженного сигнала можно судить о причинах, которые их вызывают. Так, например, уплощение отрицательных полупериодов сигнала (рис. 9, *а*) может произойти либо из-за слишком большого сеточного смещения лампы первых каскадов, либо из-за недостаточного напряжения анода или экранирующей сетки. Ограничение сигнала с обеих сторон (рис. 9, *б*) может возникнуть из-за перегрузки входного каскада.

Если в схеме усилителя имеются какие-либо неисправности, то они также могут быть определены по изменению формы синусои-

дального сигнала. На рис. 9, *в* показаны искажения сигнала в результате короткого замыкания в первичной обмотке выходного трансформатора, на рис. 9, *г* — в результате утечки в конденсаторе связи одной из выходных ламп, а на рис. 9, *д* — в результате отказа в работе одной из ламп выходного двухтактного каскада, из-за чего появляются частотные гармоники, искажающие изображение. На рис. 9, *е* показаны паразитные колебания, возникшие на высокой частоте.

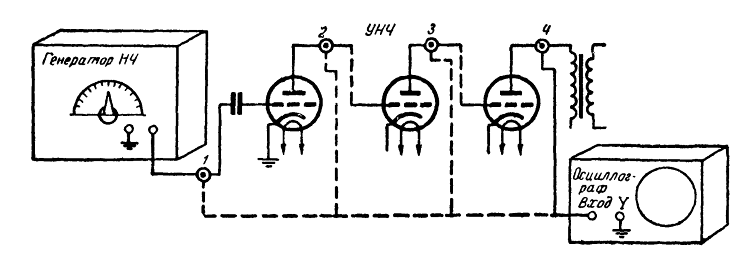



Рис. 10. Блок-схема измерения коэффициента усиления УНЧ.

Способ измерения коэффициента усиления УНЧ показан на рис. 10. Напряжение генератора *НЧ* подается на управляющую сетку первой лампы УНЧ. Гнезда «Вход Y» осциллографа присоединяют к аноду лампы каскада. усиление которого измеряется (точки *1*, *3* и *4*). Ручкой «Усиление Y» осциллографа устанавливают необходимый размер изображения сигнала, размах которого измеряется в миллиметрах полоской миллиметровой бумаги или линейкой. Затем, не изменяя положения руки «Усиление Y», вход осциллографа подключают к сетке лампы (точка *1*) и снова измеряют размер изображения. Коэффициент усиления равен отношению измеренных размеров изображения. Для измерения общего коэффициента усиления усилителя вход осциллографа подключают к точке *4*.

С помощью осциллографа можно проводить и много других полезных исследований и измерений.

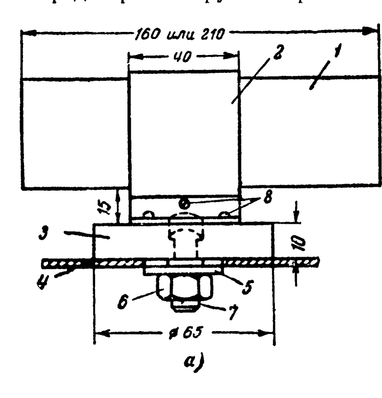
## ОСЦИЛЛОГРАФ С ВЫНЕСЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОЙ ТРУБКОЙ

Можно несколько видоизменить конструкцию прибора, вынеся ЭЛТ на верхнюю крышку корпуса и сделав ее вращающейся в горизонтальной плоскости. Это позволяет, не изменяя положения корпуса прибора, лучшим образом расположить ЭЛТ для устранения попадания яркого света на экран или ослабления магнитных наводок на пластины. При этом необходимо проводники, идущие к цоколю ЭЛТ, поместить в резиновую или полихлорвиниловую трубку (с экранирующей оплеткой) длиной порядка 250—280 *мм.*

Экранирующую оплетку можно сделать из медного голого провода диаметром 0,25—0,3 *мм,* наматывая его с шагом 2 *мм* поверх скрученных вместе проводников. Один из концов экранирующей оп-

летки соединяют с корпусом. Затем на эту оплетку надевают изоляционную трубку. Нужно следить за тем, чтобы экранирующая оплетка не повредила изоляции проводов. На цоколь ЭЛТ желательно надеть колпачок или сделать общий экран ЭЛТ такой длины, чтобы в нем поместился и цоколь. На рис. 11 приведены чертеж поворотного устройства и вид осциллографа с вынесенной ЭЛТ.

Для лучшего рассматривания изображения на экране осциллографа можно применить линзу в +2,5—3 диоптрии диаметром 60—65 *мм*. Линзу помещают в специальную оправку, которая крепится перед экраном трубки. Крепление линзы показано на рис. 12.



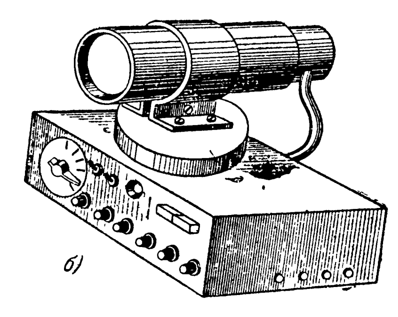




Рис. 11. Осциллограф с вынесенной трубкой.

*а* — конструкция поворотного устройства (*1* — металлический экран, *2* — кронштейн, *3* — поворотный круг, *4* — верхняя стенка кожуха, *5* — шайба, *6* — гайка, *7* — винт, *8* — крепежные винты); *б* — внешний вид осциллографа.

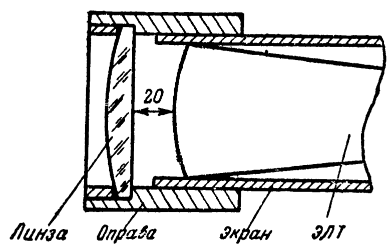



Рис. 12. Положение линзы перед экраном ЭЛТ.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Цена 04 коп.

